

PENGEMBANGAN PROSES PENGOLAHAN LIMBAH DI WISMA PMI MENINGKATKAN EFISIENSI KUALITAS KADAR PH DAN AMONIAK

THE DEVELOPMENT OF WASTE PROCESSING PROCESSES AT PMI GUESTHOUSE IMPROVES EFFICIENCY IN PH AND AMMONIA LEVEL

Surasa, Niera Feblidiyanti, & Gilang Ardi Pratama

Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Pamulang, Indonesia

e-mail : dosen02627@unpam.ac.id

Diterima tanggal: 11 Agustus 2023 ; diterima setelah perbaikan: 13 Januari 2024 ; Disetujui tanggal: 16 Januari 2024

ABSTRAK

Wisma PMI merupakan gedung komersil yang berbasis sosial bergerak di bidang bisnis property yang hasil keuntungannya akan dipergunakan sebagai keperluan sosial. Dalam operasionalnya gedung tersebut dilengkapi sarana mesin pengolahan limbah domestik yaitu biotech sefitank dengan bahan terbuat dari PVC. Namun dari hasil pengujian yang dilakukan oleh laboratorium menunjukkan bahwa olahan limbah domestik tersebut masih belum optimal karena kadar PH dan Amonia melampaui batas baku, hal tersebut yang menjadikan permasalahan sehingga diperlukan perhatian khusus untuk mencari penyelesaiannya mengingat kadar PH dan amoniak yang melampaui baku mutu dapat menimbulkan masalah lingkungan yang serius terutama pencemaran air bersih yang berdampak terhadap kesehatan, adapun penyelesaian hal tersebut dapat diperoleh dengan menganalisa sistem pengolahan limbah dengan menerapkan konsep *value added* dan *non value added* yang menemukan sistem pengolahan baru kemudian hasil olahannya dibandingkan dengan konsep sebelumnya, hasil pengamatan sementara prediksi adanya kekurangan supply oksigen pada proses perkembangan bakteri pengurai, sehingga perlu dilakukan penambahan komponen yang dapat mensupply oksigen kedalam proses perkembangan biakan bakteri dengan menambah mesin *blower*, jika hal tersebut dilakukan maka kadar PH dan oksigen kualitasnya akan meningkat hingga 30% dan efisiensi biaya 50%, sehingga hasil olahannya dapat sesuai dengan standar baku mutu limbah yang ditentukan pemerintah.

Kata kunci : Rancang Ulang Sistem , Efisiensi Kadar PH, Biaya.

ABSTRACT

Wisma PMI is a social-based commercial building engaged in the property business where the profits will be used for social purposes. In operation the building is equipped with domestic waste processing machine facilities, namely biotech sefitank with materials made of PVC. However, the results of tests carried out by the laboratory show that the processed domestic waste is still not optimal because the PH and Ammonia levels exceed the standard limits, this causes problems so that special attention is needed to find a solution considering that PH and ammonia levels that exceed the quality standards can cause serious environmental problems, especially clean water pollution which has an impact on health, as for the solution. This can be obtained by analyzing the waste treatment system by applying the concept of value added and non-value added which finds a new processing system then the processed results are compared with the previous concept, the results of observations while predicting a lack of oxygen supply in the process of decomposing bacteria development, so it is necessary to add components that can supply oxygen into the bacterial breeding process by adding a blower machine, if this is done then the quality of PH and oxygen levels will increase by up to 30% and cost efficiency of 50%, so that the processed products can comply with the waste quality standards set by the government.

Keywords: System Redesign, PH Efficiency, Cost.

PENDAHULUAN

Belakangan ini, isu limbah telah menjadi topik utama dalam kasus pencemaran lingkungan. Dampak dari limbah tersebut dapat mengancam kelangsungan hidup manusia dan makhluk lainnya (Setiawati *et al*, 2019). Air, sebagai salah satu unsur yang sangat penting dalam kehidupan manusia dan segala aktivitasnya, merupakan kebutuhan pokok yang tidak dapat dipisahkan. Ketersediaan air bersih yang memadai sangat penting untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, dan jika tidak terpenuhi, dapat berdampak besar terhadap kesehatan dan kondisi sosial (Triadmadja, 2019).

Di Indonesia, sebagian besar penduduk masih mengandalkan air sumur sebagai sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Namun, dalam air sumur, terdapat berbagai kandungan bahan kimia yang memiliki efek positif dan negatif terhadap tubuh manusia. Jumlah bahan kimia tersebut bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan atau daerah sumber air.

Dengan demikian, karakteristik air sumur dan kandungan bahan kimia di dalamnya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya. Penting bagi kita untuk memahami beragamnya kandungan bahan kimia dalam air sumur agar dapat mengambil tindakan yang tepat guna menjaga kualitas air dan kesehatan manusia. Terjadi masalah yang sering dijumpai di mana kualitas air tanah dan air sungai yang digunakan oleh masyarakat tidak memenuhi standar sebagai air bersih yang sehat. Bahkan, di beberapa tempat, air tersebut tidak layak untuk diminum atau digunakan dalam keperluan sehari-hari. Kualitas air yang buruk dapat memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia, menyebabkan berbagai penyakit seperti penyakit kulit, tifus, muntaber, diare, dan sebagainya. Standar kualitas air minum telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/PER/IV/2010, yang mencakup persyaratan fisik, kimia, dan bakteriologi (Hangudio, 2019).

Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih dan kesejahteraan makhluk hidup lainnya, penting dilakukan pengawasan terhadap sistem pembuangan limbah di setiap instansi. Hal ini bertujuan agar pencemaran air dapat dicegah. Dengan melakukan pengawasan yang ketat terhadap sistem pembuangan limbah, diharapkan dapat menjaga kebersihan dan kualitas air yang digunakan oleh masyarakat serta meminimalkan risiko terhadap kesehatan.

Dalam rangka menjaga kualitas air dan mencegah pencemaran, perlu adanya upaya kolaborasi antara pemerintah, lembaga terkait, dan masyarakat. Pemerintah perlu mengawasi implementasi peraturan yang ada, sementara lembaga terkait dapat memberikan pemahaman dan pendidikan kepada masyarakat mengenai pentingnya menjaga kebersihan air (pambudi, 2021). Sementara itu, masyarakat juga harus turut berperan aktif dalam menjaga kebersihan air dan melaporkan adanya pelanggaran terkait limbah yang dibuang secara tidak benar.

Dengan adanya tindakan pencegahan yang tepat dan kerjasama yang baik antara semua pihak terkait, diharapkan kualitas air dapat ditingkatkan dan risiko terhadap kesehatan akibat air yang tercemar dapat dikurangi. Adapun berbagai persoalan dampak limbah dari Gedung-gedung yang tidak dikelola dengan baik adalah mengancam krisis air bersih di dunia pada umumnya dan Indonesia khususnya, meskipun Indonesia memiliki sumberdaya air menepati 10 besar dunia namun jika pencemaran terus berjalan maka persediaan air bersihpun akan menipis, sementara perusahaan air juga belum sepenuhnya dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dengan berbagai kendala, antara lain kendala tranfortasi bahan baku yaitu air . Sulpy bahan baku perusahaan penyedia air bersih sudah mulai mengalami kesulitan sumber air dikarenakan belasan sungai khususnya di lingkungan pemerintah provinsi Jakarta tidak semua dapat di manfaatkan airnya dikarenakan air nya sudah terkena pencemaran lingkungan.

Salah satu masalah yang sering dihadapi adalah kualitas air tanah dan air sungai yang digunakan oleh masyarakat tidak memenuhi persyaratan sebagai air bersih yang sehat. Air sumur umumnya mengandung zat besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam jumlah yang signifikan. Kandungan Fe dan Mn ini mengakibatkan perubahan warna air menjadi kuning-coklat setelah terpapar udara. Selain mengganggu kesehatan, kandungan tersebut juga dapat menyebabkan bau yang tidak sedap serta menimbulkan noda kuning pada dinding bak mandi dan pakaian. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pengolahan air sumur, seperti proses penjernihan, guna menghasilkan air yang bersih dan berkualitas.

Tujuan utama dari pengolahan limbah dalam gedung adalah meningkatkan kualitas air limbah yang akan dibuang ke saluran kota, sehingga tidak mencemari lingkungan dan tidak mengandung kadar bahan-bahan logam terlarut seperti besi (Fe) dan mangan (Mn). Air yang dihasilkan seharusnya jernih, tidak berwarna,

tidak berbau, rasanya tawar, dan bebas bakteri. Untuk mencapai hal ini, dirancanglah alat penjernih air yang memiliki kapasitas besar, mudah dioperasikan, dapat dipindahkan ke sumber air, dan terjangkau harganya. Proses penjernihan air dilakukan melalui beberapa tahapan penyaringan yang memiliki manfaat masing-masing (Ilyas, 2021). Dengan menggunakan proses-proses tersebut, diharapkan air mentah dapat diolah menjadi air yang layak dikonsumsi oleh masyarakat.

Di Indonesia, masih banyak daerah yang belum mendapatkan layanan air bersih. Salah satu masalah dalam penggunaan air sungai adalah tingginya tingkat kekeruhan (turbiditas) (Kristianto, 2016). Ketinggian turbiditas air dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti mengurangi faktor estetika air, mengganggu kehidupan biota perairan, menghambat proses desinfeksi air, dan berpotensi menjadi tempat berkembangnya mikroorganisme patogen dan virus (Kristianto *et al.*, 2016). Keterbatasan pasokan air bersih dari PDAM membuat masyarakat terpaksa menggunakan air yang keruh untuk kebutuhan sehari-hari, terutama untuk kebutuhan MCK dan wudhu. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan membuat bak sedimentasi.

Setiap aktivitas manusia menghasilkan limbah, dan dalam skala kecil, limbah tersebut tidak menimbulkan masalah karena alam memiliki kemampuan untuk mendaur ulang komponennya (Damanhuri, 2010). Namun, jika terakumulasi dalam skala besar, akan timbul masalah yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan hidup (Fadlan, 2020 dan Alpianur *et al.*, 2022). Saat ini, permasalahan lingkungan yang dominan adalah limbah cair yang berasal dari rumah tangga dan industri. Pengelolaan limbah cair dalam proses produksi bertujuan untuk meminimalkan limbah yang dihasilkan dan menghilangkan atau mengurangi kandungan bahan pencemar di dalam air.

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003, air limbah domestik terdiri dari parameter BOD, TSS, pH, minyak, dan lemak (Filliazati, 2013). Jika semua parameter ini dibuang langsung ke badan air, akan menyebabkan pencemaran air. Oleh karena itu, sebelum dibuang ke badan air, air limbah perlu diolah agar memenuhi standar kualitas air yang baik. Salah satu cara pengolahan limbah domestik yang sederhana adalah dengan menggunakan *biofilter aerob* yang menggunakan media bioball dan tanaman, seperti tanaman kiambang (Sulistia, 2021). Pengolahan dengan *biofilter aerob* merupakan teknologi yang murah, mudah dioperasikan, dan hemat energi. Biofilter

dapat mengatasi limbah dengan beban BOD yang tinggi dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik.

Dari pendapat para ahli tersebut kadang masih ada kendala dilapangan mengingat masih banyak keterbatasan pengetahuan bagi para pelaku praktisi pengolahan limbah, hal tersebut mengingat masih terdapat masalah yang ditemukan terkait hasil akhir dari system pengolahan limbah itu sendiri. Oleh karena itu perlu pengembangan pengetahuan hingga mendapatkan kepastian hasil yang memuaskan, persoalan tersebut sudah pasti akan menjadikan persoalan yang serius sebab potensi penemuan teknologi baru selalu diharapkan karena keadaan alam yang kurang menentu menimbulkan konsep selalu mengikuti perkembangan.

Adapun yang mendasari dalam penelitian di Wisma PMI ini adalah adanya persoalan hasil uji limbah domestik yang menerangkan bahwa kandungan PH dan amoniak di atas standar rata-rata, juga adanya ketergantungan perawatan dengan pihak ketiga sehingga menambah biaya operasional.

BAHAN DAN METODE

Jenis Penelitian

Pelaksanaan penelitian khusus terpusat pada persoalan nyata dan penelitian menggunakan data - data sebelumnya sebagai data primer nya kemudian juga menggunakan data data lnsung baik dari keterangan pengelola maupun dari hasil pengamatan. Penelitian ini berkilat pada konsep komparatif yaitu dengan membandingkan data sebelum nya yang kemudian akan dibandingkan dengan data acuan.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam pelaksanaan pengumpulan data untuk penelitian tentang rancang ulang proses guna mencapai efisiensi pH dan amonia, digunakan beberapa metode atau teknik. Salah satunya adalah pengumpulan data kuantitatif, yang meliputi data jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam pemeliharaan peralatan pengolahan limbah. Data ini memberikan informasi tentang seberapa banyak sumber daya manusia yang dibutuhkan untuk menjaga dan mengoperasikan peralatan tersebut.

Selain itu, pengumpulan data juga melibatkan metode kualitatif, yang mencakup data primer. Data primer diperoleh melalui proses wawancara langsung dengan tim teknik yang bertanggung jawab dalam melakukan pemeliharaan peralatan. Dalam wawancara ini, mereka

memberikan penjelasan mengenai tugas dan tanggung jawab mereka, serta menjelaskan prosedur kerja yang mereka lakukan. Data ini memberikan wawasan yang mendalam tentang aspek-aspek penting dalam pemeliharaan peralatan dan bagaimana hal tersebut berhubungan dengan efisiensi pH dan amonia.

Selanjutnya, data juga dikumpulkan melalui pengambilan data pemeliharaan dan deskripsi pekerjaan dari waktu ke waktu. Dalam hal ini, data dikumpulkan untuk memantau dan melacak perubahan yang terjadi pada peralatan dan proses pemeliharannya dari waktu ke waktu. Hal ini membantu dalam mengidentifikasi tren dan pola yang mungkin mempengaruhi efisiensi pH dan amonia. Dengan memperoleh data ini, peneliti dapat menganalisis hubungan antara pemeliharaan peralatan dan efisiensi pH serta amonia, serta mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan dalam rancang ulang proses.

Secara keseluruhan, pengumpulan data dalam penelitian ini melibatkan metode kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif digunakan untuk mengukur dan memperoleh angka-angka yang terkait dengan tenaga kerja pemeliharaan. Sementara itu, data kualitatif, seperti data primer melalui wawancara dan data pemeliharaan dari waktu ke waktu, memberikan wawasan lebih mendalam dan pemahaman tentang hubungan antara pemeliharaan peralatan dengan efisiensi pH dan amonia. Dengan menggunakan metode dan teknik ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik dan solusi yang efektif dalam rancang ulang proses untuk mencapai efisiensi pH dan amonia yang lebih tinggi.

Metode Analisa Data

Dalam memecahkan masalah penelitian. Menggunakan metode komparasi dan Value Stream Mapping yang mengaplikasikan konsep value added dan non value added .

Alur Penelitian

Proses pengolahan limbah domestik diwisma PMI JL. Wijaya 1 No 63 Petogokan Kebayoran Baru Jakarta selatan ini di gambarkan seperti pada Gambar 1. Dalam melakukan penelitian ini hal yang pertama dilakukan adalah mengumpulkan data eksisting terkait pengolahan limbah existing lalu dilakukan analisa data, setelah mendapatkan hasil analisa maka dilakukan rancang ulang sistem, dan analisa value added dan non value added, setelah itu dilakukan konversi hasil olahan limbah, lalu dari hasil tersebut akan mendapatkan kesimpulan.



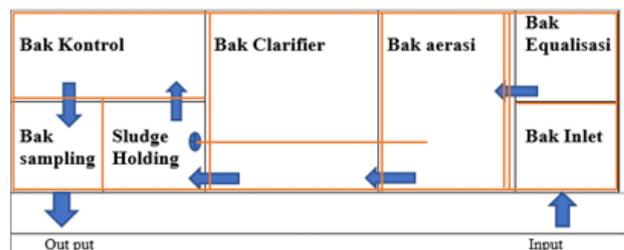
Gambar 1. Alur Penelitian.
Figure 1. Research Flow.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pengolahan limbah domestic ini memiliki kapasitas 59.4 m³ yang ber oprasi 24 jam, dilengkapi dengan peralatan pendukung seperti pompa dan lain lain, media pengolahanya menggunakan Bio tank yang tertanam dengan kedalaman total kurang kebih 5meter dan terbuat dari bahan fiber (Gambar 1).

Desain pertama adalah buangan pertama masuk ke bak inlet lalu memasuki bak aerasi dan masuk ke bak clarifier dan masuk kedalam *sludge holding* serta masuk ke bak kontrol dan masuk lagi ke bak sampling serta keluar lagi masuk ke output (Gambar 2).

Disini kita, mengubah sistem menjadi adanya sirkulasi pada bak aerasi dan bak clarifier untuk mengurangi



Gambar 2. Kondisi Existing Pengolahan.
Figure 2. Existing Treatment Conditions.

Tabel 1. Hasil Uji Sebelum Rekayasa Sistem
 Table 1. Existing Treatment Conditions Examination Results

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil	Metode
1	Ph(26 °C)	Mg/l		10	SNI 6989 11.29
2	BOD	Mg/l		9	SNI 6989 11.29
3	COD	Mg/l	30	43	SNI 698911.29
4	Minyak & lemak	Mg/l	100	<1.8	SNI 698911.29
5	Amoniak	Mg/l	5	13	SNI 698911.29
6	Total Kholifom	Mg/l	10 3000	2400	ALFA Ed 23 rd 922

Tabel 2. Tabel Value kondisi existing
 Table2. Value added and Non Value Added in existing condition

No	Item Kegiatan	Non Value Added	Value Added
1	Pembersihan <i>Bax Screen</i> dan area proses pengolahan		v
2	Pembersihan <i>bax Clarifier</i>	V	
3	Pencampuran dan pengangkatan endapan	V	
4	Pengambilan sample untuk pengujian internal		v
5	Pengambilan sample untuk pengujian external		v

COD dan BOD serta komponen pencemaran lainnya pada biotank.

Dari hasil pengolahan dari output kondisi sistem existing didapat bahwa BOD mempunyai nilai 9 mg/l sedangkan COD 43 mg/l terdapat minyak dan lemak dari output dari pengolahan sebesar 1,8 mg/l (Tabel 1).

Dalam pra perubahan sistem, beberapa komponen ditambahkan valuenya, seperti pembersihan bax screen

dan area proses pengolahan, pengambilan sampel untuk pengujian internal, pengambilan sampel untuk pengujian external.

Dalam pasca perubahan sistem, beberapa komponen ditambahkan valuenya, seperti Pembersihan Bax Screen dan area proses pengolahan, pengambilan sampel untuk pengujian internal, pengambilan sampel untuk pengujian *external*, serta pemasangan mesin blower untuk menambah oksigen

Tabel 3. Value added dan Non Value Added Paska Perubahan Sistem
 Table 3. Value added and Non Value Added of Development Treatment Conditions

No	Item Kegiatan	Non Value Added	Value Added
1	Pembersihan <i>Bax Screen</i> dan area proses pengolahan		v
2	Pengambilan sampel untuk pengujian <i>internal</i>		v
3	Pengambilan sampel untuk pengujian <i>external</i>		v
4	Pengecekan dan service mesin <i>blower</i>		v
5	Pemasangan mesin blower untuk menambah Oksigen		v

Tabel 4. Hasil Uji Setelah Rekayasa Sistem
 Table 4. Development Treatment Conditions Examination Results

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil	Metode
1	Ph (26°C)	Mg/l		7	SNI 6989 11.29
2	BOD	Mg/l	30	9	SNI 6989 11.29
3	COD	Mg/l	100	43	SNI 698911.29
4	Minyak & lemak	Mg/l	5	<1.8	SNI 698911.29
5	Amoniak	Mg/l	10	9	SNI 698911.29
6	Total Kholifom	Mg/l	3000	2400	ALFA Ed 23 rd 9221 A.b da C 217

Tabel 5. Biaya Pengolahan Sebelum Rekayasa
Table 5. Processing Costs Before Engineering

No	Item	Jumlah (Rp)
1	Pembelian Bio Ezim	500.000
2	Pembelian Kaporit	200.000
3	Pembelian Kertas Lakmus dan Cemical	200.000
4	Uji Laboratorium	520.000
5	Pembayaran Kontrak Perawatan Vendor	2.000.000
	Total	3.420.000

Dari hasil pengolahan dari output kondisi sistem yang sudah dikembangkan terdapat pengurangan pada kandungan PH dan Amoniak, untuk PH menjadi 7 dan untuk amoniak semula dari 13 mg/l menjadi 9 mg/l.

Biaya pengolahan sebelum rekayasa meliputi pembelian bio enzim, pembelian kaporit, pembelian kertas lakmus, uji lab dan pembayaran kontrak maintenance vendor.

Dari hasil penerapan metode pemeliharaan baru sistem pengolahan limbah domestik di wisma PMI maka dapat di peroleh penghematan biaya pemeliharaan pengolahan limbah perbulan sebagai berikut:

Rp 3.420.000 - Rp 1.420.000 : Rp 2000.000
 : 58 % hemat biaya

Dengan penghematan biaya sebesar 58% setelah menerapkan metode pemeliharaan baru dalam sistem pengolahan limbah domestik di Wisma PMI, manfaat yang diperoleh tidak hanya berupa keuntungan finansial. Selain itu, penghematan biaya juga berdampak positif pada lingkungan sekitar dan kesehatan masyarakat. Dengan menggunakan pendekatan yang lebih efisien dan efektif dalam pengolahan limbah domestik, Wisma PMI dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan menjaga kebersihan dan keamanan wilayah sekitarnya.

Dalam jangka panjang, penghematan biaya pemeliharaan pengolahan limbah dapat dialokasikan untuk upaya pengembangan lebih lanjut dalam peningkatan fasilitas pengolahan limbah di Wisma PMI. Hal ini berarti bahwa investasi pada metode pemeliharaan baru tidak hanya memberikan manfaat jangka pendek, tetapi juga menciptakan potensi untuk peningkatan dan inovasi di masa depan.

Selain itu, kesuksesan implementasi metode pemeliharaan baru juga dapat menjadi contoh yang baik bagi pihak lain yang memiliki sistem pengolahan

Tabel 6. Biaya Pengolahan Paska Rekayasa
Table 6. Processing Costs after Engineering

No	Item	Jumlah (Rp)
1	Pembelian Bio Ezim	500.000
2	Pembelian Kaporit	200.000
3	Pembelian Kertas Lakmus dan Cemical	200.000
4	Uji Laboratorium	520.000
	Total	1420.000

limbah domestik serupa. Wisma PMI dapat berbagi pengalaman dan pengetahuan mereka dalam upaya mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi, sehingga membantu mendorong adopsi praktik yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan di masyarakat secara luas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji dan analisa dalam penelitian sistem pengolahan limbah pada wisma PMI, PH dan Amoniak tidak setandar disebabkan karena kadar udara pada bak proses pengolahan tidak tercukupi yang menyebabkan bakteri pengurai tidak bisa berkembang sehingga tidak mampu mengurai limbah dengan baik.

Jika hasil penelitian diterapkan maka *supply* udara akan tercukupi, bakteri pada proses pengolahan akan berkembang sehingga limbah akan terurai dengan sempurna, kadar Ph akan lebih optimal 26% dan amoniak 31% kemudian efisiensi biaya pemeliharaannya mencapai 58% lebih hemat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya seluruh kegiatan penelitian sampai selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpiannur, A., Rahman, M., & Rahman, A. (2022). Daya Tampung Beban Pencemar Di Daerah Aliran Sungai Barito (Sub Daerah Aliran Sungai Nagara, Sub Daerah Aliran Sungai Marabahan Dan Sub Daerah Aliran Sungai Kuin) Provinsi Kalimantan Selatan. *Aquatic*, 5(1), 15-29.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). Pengelolaan sampah. Diktat kuliah TL, 3104, 5-10.
- Filliazati, M. (2013). Pengolahan limbah cair domestik dengan biofilter aerob menggunakan

media bioball dan tanaman kiambang. **Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah**, 1(1).

- Hangudiyo, M. P. (2018). *Hak Kesehatan Warga Negara Berdasarkan Permenkes Nomor 492/Menkes/Per/Iv/2010 Atas Ketersediaan Air Minum Oleh Pemerintah Melalui Perusahaan Daerah Air Minum*. (Doctoral dissertation, Unika Soegijapranata Semarang).
- Ilyas, I., Tan, V., & Kaleka, M. (2021). Penjernihan Air Metode Filtrasi untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat RT Pu'uzeze Kelurahan Rukun Lima Nusa Tenggara Timur. *Warta Pengabdian*, 15(1), 46-52.
- Kristianto, H., Katherine, J. N. M., Guntoro, V. J., Farand, R. J., Suhendar, B. Y., & Puspitorini, E. D. (2016). *Penerapan Teknologi Penyaringan Air Sederhana di Desa Cukanggenteng*.
- M Fadlan, A. R., Bambang, Y., Agus, S. S., & Kahar, K. (2020). *Studi Literatur Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Usaha Laundry*. (Doctoral dissertation, Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung).
- Pambudhi, H. D., & Ramadayanti, E. (2021). Menilai kembali politik hukum perlindungan lingkungan dalam uu cipta kerja untuk mendukung keberlanjutan ekologis. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 7(2), 297-322.
- Setiawati, L. A., & WITA, I. N. (2019). Pengelolaan limbah medis bahan berbahaya dan beracun terhadap potensi pencemaran lingkungan. *Kertha Negara, [S. 1]*, 7(4), 1-14.
- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1).
- Triarmadja, R. (2019). Teknik penyediaan air minum perpipaan. UGM PRESS.

